

PERAN TEKNOLOGI SEPARASI DALAM PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN

Oleh:

Bakti Jos

PIDATO PENGUKUHAN

Diucapkan pada Upacara Penerimaan Jabatan
Guru Besar Teknik Kimia pada Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Semarang, 3 Nopember 2010

Diterbitkan oleh :



Badan Penerbit Universitas Diponegoro

ISBN : 978-979-097-021-2

**Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan,
tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan.
(Amsal.1:7)**

**Berbahagialah orang yang mendapat hikmat,
orang yang memperoleh kepandaian, karena keuntungannya
melebihi keuntungan perak dan hasilnya melebihi emas.
Ia lebih berharga daripada permata,
apa pun yang kau inginkan, tidak dapat menyamainya.
(Amsal.3:13-15)**

Yang saya hormati:

Rektor/Ketua Senat Universitas Diponegoro,
Sekretaris dan Anggota Senat serta Dewan Guru Besar
Universitas Diponegoro,

Ketua dan Anggota Dewan Penyantun Universitas Diponegoro,
Para Guru Besar tamu dari luar Universitas Diponegoro,
Gubernur dan Muspida Propinsi Jawa Tengah atau yang
mewakili,

Para Pejabat Sipil, Militer dan Polri,
Pimpinan Kopertis Wilayah VI, Jawa Tengah
Para Pembantu Rektor Universitas Diponegoro,
Para Dekan dan Pembantu Dekan di Lingkungan Universitas
Diponegoro,
Para Direktur, Assisten Direktur Pascasarjana, Ketua dan
Sekretaris Lembaga di Lingkungan Universitas Diponegoro,
Para Dosen Universitas Diponegoro,
Para Mahasiswa Universitas Diponegoro,
Para Tamu Undangan, Teman sejawat, kawan seprofesi dan
Seluruh Keluarga yang berbahagia.

Pertama-tama: marilah kita panjatkan Puji Syukur ke
hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kita
karunia, nikmat yang sangat besar, sehingga kita bisa
berkumpul di sini untuk mengikuti Sidang Senat Terbuka
Universitas Diponegoro dengan acara penerimaan sebagai
anggota senat Guru Besar. Syukur yang mendalam juga kami
rasakan atas rahmat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah
memberikan kepada saya sekeluarga, sehingga saya dapat
mencapai jabatan akademik tertinggi sebagai Guru Besar di
Universitas Diponegoro

Terima kasih yang sebesar besarnya saya sampaikan
kepada Bapak Rektor/Ketua Senat Universitas Diponegoro
yang telah memberikan kesempatan dan kehormatan kepada

saya untuk menyampaikan pidato pengukuhan dalam acara penerimaan sebagai anggota Senat Guru Besar Universitas Diponegoro dalam bidang Ilmu Teknik Kimia

Para Anggota Senat dan hadirin yang saya hormati,

Perkenankanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan dengan judul :

PERAN TEKNOLOGI SEPARASI DALAM PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN

PENDAHULUAN

Kebutuhan Energi Dunia akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Diperkirakan konsumsi energi dunia akan meningkat 57% dari tahun 2002 hingga 2025 (Walisiewicz, 2003), di mana sebagian besar peningkatan permintaan terjadi di negara berkembang. Namun, pasokan energi tersebut masih sangat tergantung pada energi fosil yaitu minyak bumi, gas alam, dan batu bara.

Menurut data yang diberikan pada rapat Panitia Teknis Sumber Daya Energi (PTE) kapasitas sistem penyediaan energi listrik masih lebih rendah dari daya yang dibutuhkan. Dari Neraca Daya Sistem Kelistrikan Indonesia terlihat bahwa selisih antara daya yang dibutuhkan dan kapasitas sistem penyedia daya selalu bertambah besar. Kondisi ini merupakan tantangan yang harus dihadapi dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya energi yang ada.

Menurut Mangkusubroto (1998), upaya untuk memenuhi kebutuhan energi, menghadapi sekurang-kurangnya enam tantangan berat,

- o Pemenuhan kebutuhan energi yang terus meningkat.

Pembangunan yang pesat dan pertambahan jumlah penduduk yang cepat, membutuhkan dukungan energi baik untuk kegiatan industri, transportasi, rumah tangga,

maupun kegiatan-kegiatan lainnya. Di lain pihak cadangan sumber daya energi di Indonesia adalah terbatas.

o Masalah kesenjangan.

Pembangunan memberikan dampak negatif yaitu masalah kesenjangan, khususnya antara kawasan barat dan timur serta antara desa dan kota yang belum teratasi sampai saat ini.

o Efisiensi energi

Intensitas pemakaian energi di Indonesia masih relatif tinggi dibandingkan dengan negara ASEAN, apalagi dengan negara-negara maju. Intensitas energi yang tinggi ini menunjukkan bahwa kita masih memakai terlalu banyak energi fosil dibandingkan energi alternatif sementara itu sumber energi alternatif sangat melimpah. Sumber bahan bakar fosil mayoritas hanya dipergunakan untuk kebutuhan energi padahal bahan bakar fosil ini dapat dipergunakan untuk menghasilkan turunan-turunannya seperti petrokimia untuk bahan baku pupuk yang mempunyai nilai tambah yang lebih besar.

o Kualitas sumber daya manusia (SDM).

Kualitas sumber daya manusia Indonesia dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kemampuan bersaing di pasar internasional masih rendah.

o Pendanaan.

Ketersediaan dana kita, khususnya pemerintah sangat terbatas, sedangkan kebutuhan dana untuk sarana penyediaan energi yang meliputi produksi, pengolahan, penyaluran dan distribusi memerlukan dana besar dan teknologi yang maju.

o Mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Pembangunan energi yang berwawasan lingkungan memerlukan dukungan teknologi yang handal dan biaya yang

tinggi.

Adapun pemakaian energi primer mix saat ini : Tenaga air 3,11 %, Panas Bumi 1,32%, Minyak Bumi 51,66%, Batubara 15,34%, Gas Bumi 28,57%. Sebagai konsekuensi logis tingginya harga minyak dunia dan status sebagai negara net importir bahan bakar minyak (BBM), Indonesia terus melakukan upaya untuk memecahkan permasalahan ketergantungan terhadap BBM dalam pemenuhan kebutuhan energi. Langkah ini diimplementasikan dengan keluarnya Peraturan Presiden (Perpres) Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk pengembangan sumber energi alternatif pengganti BBM (Anonim, 2006a). Dimana pada tahun 2025 pemakaian Minyak Bumi 20%, Gas 30%, Batubara 33%, dan Energi yang dapat diperbaharui sebesar 17% maka, pemerintah melalui Instruksi Presiden (Inpres) No. 1 tahun 2006 memberikan perhatian yang serius terhadap penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM (Anonim 2006b). Bioethanol merupakan salah satu bahan bakar minyak nabati yang telah dan terus dikembangkan oleh peneliti-peneliti di Indonesia. Alasan mendasar pengembangan tersebut karena ketersediaan biomasa, sebagai bahan baku pembuatan bioethanol, yang melimpah di Indonesia (Prihandana dan Hendro, 2007). Selain itu bioethanol juga dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan.

Para Anggota Senat dan Hadirin yang saya muliakan

Sumber energi dapat dibedakan menjadi dua yaitu : energi fosil dan energi nonfosil. Energi fosil terdiri dari minyak bumi, gas alam, dan batubara. Energi ini tidak dapat diperbaharui (*nonrenewable energy*) sebab energi ini terbentuk selama berjuta-juta tahun akibat proses fisika dan kimia. Energi nonfosil meliputi bioenergi, panas bumi, tenaga air, tenaga angin, tenaga surya, tenaga nuklir dan lain-lain, dimana jenis energi ini (kecuali nuklir) dapat diperbaharui (*renewable*

energy) sebab setiap saat terjadi pemulihan oleh alam.

Dewasa ini lebih dari 90% kebutuhan energi dunia dipasok dari bahan bakar fosil. Cadangan minyak mentah dunia 1,27 triliun barrel, sedangkan gas alam 6.100 triliun kaki kubik (TCF). Jumlah tersebut dapat meningkat 53 miliar barrel untuk minyak mentah dan 575 TCF untuk gas alam dari tahun sebelumnya karena adanya penemuan cadangan baru dan perbaikan teknologi. Dengan mendasarkan angka konsumsi tahun 2003, cadangan sebesar ini akan bertahan selama 44,6 tahun untuk minyak dan 66,2 tahun untuk gas (Mahfud dan Farchad, 2005). Pernyataan tersebut didukung oleh laporan dari *congregcional research service* (CRS) kepada komisi energi di kongres yang menyatakan bahwa jika tidak ada perubahan pola pemakaian, maka cadangan minyak bumi hanya cukup untuk 30–50 tahun lagi (CRS, 2003).

Masa kejayaan Indonesia dari hasil minyak bumi (*Oilboom*) era 1970 sampai tahun 1980 –an hanya tinggal kenangan, karena dewasa ini Indonesia sudah digolongkan menjadi negara net oil importir, artinya nilai impor minyak kita lebih besar dibandingkan nilai eksportnya. Produksi minyak Indonesia saat ini sekitar 1 juta barrel per hari, sedangkan kebutuhan dalam negeri sebesar 1,3 juta barrel per hari, jadi ada defisit sebesar 0,3 juta barrel per hari yang harus dipenuhi dari impor (Mulyosukarto, 2005).

Walaupun ada tambahan produksi dari beberapa lapangan baru termasuk Blok Cepu, diperkirakan produksi minyak mentah nasional hanya mampu mencapai 1,050 juta barrel per hari pada tahun 2012. Pada tahun yang sama diperkirakan Indonesia membutuhkan minyak mentah sebesar 2,0 juta barrel per hari, artinya kita akan mengalami defisit minyak mentah sebesar 1 juta barrel per hari, yang tentunya akan menguras devisa yang cukup besar. Jika kebijakan energi nasional tidak segera dibenahi, maka di masa depan Indonesia tidak hanya sebagai net importer seperti sekarang, tetapi akan menjadi negara pengimpor minyak terbesar di dunia (Prihandana dkk; 2007).

Harga minyak yang fluktuatif dimulai tahun 1973, saat negara-negara OPEC menahan produksi minyaknya hingga 19,8 juta barrel per hari, yang menyebabkan kenaikan harga minyak dari 10 dollar AS per barrel menjadi hampir 50 dollar AS per barrel. Harga minyak kembali naik saat revolusi Iran tahun 1979 menjadi 80 dollar AS perbarrel. Kenaikan harga minyak di tahun 2008 disebabkan memanasnya suhu politik di Iran dan gangguan keamanan di Nigeria. Sebagai contoh harga BBM pada bulan Maret sampai dengan Juli 2008 mengalami kenaikan tiap bulan berturut-turut yaitu: 110, 117, 132 dan 147 dollar AS/barrel (Anonim, 2008), sedangkan berikutnya dengan adanya krisis global yang diawali dari negara Amerika Serikat, maka harga minyak mentah pada bulan September 2008 turun jadi 90 dollar AS /barrel. Melihat fakta di atas maka harga minyak mentah semakin mahal di masa mendatang.

Kondisi obyektif menunjukkan bahwa dimasa depan Indonesia akan mengalami masalah yang cukup besar mengingat cadangan minyak Indonesia hanya bertahan untuk 24 tahun, apabila tidak ditemukan cadangan-cadangan baru, sedangkan gas alam lebih lama lagi yaitu 61 tahun dan batu bara kurang dari 150 tahun (Prihandana, 2007). Harga minyak mentah yang semakin hari semakin tinggi jika tidak diantisipasi dan dipikirkan jalan keluarnya sudah barang tentu akan mengancam pasokan energi nasional dan devisa negara.

Mengingat peranan energi sangat penting dalam peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan nasional, maka pengelolaannya perlu diatur oleh pemerintah, dengan diberlakukannya UU no 30 tahun 2007 tentang energi, yaitu mengatur pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan, dan pengusahaannya secara adil, berkelanjutan, optimal, dan terpadu. Disebutkan dalam pasal 21 UU no 30 tahun 2007 bahwa diversifikasi energi meliputi :

- penyediaan energi baru dan terbarukan wajib ditingkatkan oleh Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya

- penyediaan energi dari energi baru dan sumber energi terbarukan yang dilakukan oleh badan usaha, bentuk usaha tetap dan perseorangan dapat memperoleh kemudahan dan/atau insentif untuk jangka waktu tertentu hingga tercapai nilai ekonomisnya.

Dengan pertimbangan akan terjadinya kelangkaan energi fosil dan potensionalnya sumber energi alternatif terutama yang berbasis biomassa, maka pengembangan dan pemberdayaan sumber energi terbarukan (nonkonvensional) yaitu bioenergi perlu segera dilakukan dalam rangka mengamankan kebutuhan energi nasional yang terus meningkat. Untuk menghasilkan bioenergi yang mempunyai nilai kalor tinggi dan ramah lingkungan, teknologi separasi sangat berperan dalam proses produksinya.

Para anggota senat dan hadirin yang saya muliakan

ENERGI BARU DAN TERBARUKAN

Potensi Energi Baru dan Terbarukan

Menurut data Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi (Tabel 1), meskipun potensi energi terbarukan mencapai 311.232 MW (Al Munawir, 2005) namun pemanfaatannya hanya sekitar 20% saja. Hal ini terjadi karena semua pihak terlena dengan murahnya harga BBM yang disubsidi pemerintah, sehingga potensi yang besar itu belum tergali secara serius. Pemanfaatan biomassa yang dapat menghasilkan bioenergi lebih memprihatinkan lagi sebab Indonesia yang mempunyai potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW yang bersumber dari produk samping tanaman sawit, penggilingan padi, kayu, plywood, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian lain baru dimanfaatkan 302MW atau 0,604% saja. Momentum krisis BBM saat ini merupakan waktu yang tepat untuk menata dan menerapkan dengan serius berbagai potensi tersebut. Meski

saat ini sangat sulit untuk melakukan substitusi total terhadap bahan bakar fosil, namun implementasi sumber energi terbarukan sangat penting untuk segera dimulai.

Tabel 1
Potensi Energi Baru dan Terbarukan di Indonesia

Sumber	Potensi (MW)	Kapasitas terpasang(MW)	Pemanfaatan %
Tenaga Air	75.000	4.200	5,600
Biomassa	50.000	302	0,604
Panas Bumi	20.000	812	4,060
Mini/Mikro Hidro	459	54	11,764
Tenaga Surya	156.487	5	$3,19 \times 10^{-3}$
Tenaga Angin	9.287	0.50	$5,38 \times 10^{-3}$
Total	311.232	5.373,5	22,3

Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2001

JENIS-JENIS ENERGI BARU DAN TERBARUKAN

Energi baru dan terbarukan adalah energi yang pada umumnya sumber daya nonfosil yang dapat diperbaharui atau bila dikelola dengan baik maka sumber dayanya tidak akan habis. Sumber energi yang termasuk baru adalah energi angin, energi surya dan energi samudera, sedang yang termasuk dalam energi terbarukan adalah biomassa, dan air.

Energi Angin

Angin terbentuk karena matahari memanaskan permukaan bumi secara tidak merata. Energi kinetik atau energi gerak yang ditimbulkan dari angin dapat digunakan untuk menjalankan turbin angin. Kecepatan angin di Indonesia pada umumnya relatif rendah berkisar antara 3-5 m/dt, tetapi di beberapa daerah tertentu khususnya di Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan dan Pantai Selatan Jawa kecepatan angin di atas 5 m/dt. Meskipun secara umum kecepatan angin rendah, namun

memadai untuk pembangkit listrik skala kecil yang sesuai dipasang di daerah pedesaan.

Energi Surya

Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang efektif, dengan radiasi harian matahari 4,825 kWh/m². Untuk memanfaatkan potensi surya ada 2 teknologi yang sudah diterapkan yaitu teknologi surya thermal dan energi surya fotovoltaiik. Energi surya thermal pada umumnya digunakan untuk memasak, pengering hasil pertanian dan perikanan, serta pemanas air sedangkan nergi surya fotovoltaiik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik pedesaan, pompa air, televisi, telekomunikasi dan lemari pendingin. Energi surya tidak bersifat polutif, tak dapat habis, dapat dipercaya, dan gratis. Kelemahannya adalah (1) arus energi surya yang rendah mengakibatkan terpaksa dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya besar untuk pengumpul dan pengkonsentrasian energi itu (2) sistem-sistem di bumi tidak dapat diharapkan akan menerima persediaan yang terus menerus dari energi surya ini.

Energi Samudera

Secara umum potensi energi samudera cukup baik, namun penelitian mendalam mengenai potensinya belum tuntas. Energi yang dapat dimanfaatkan dari samudera terdiri atas beberapa jenis yaitu energi gelombang, energi pasang surut, dan energi perbedaan suhu kedalaman dan permukaan laut.

Energi Biomassa

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai potensi energi biomassa yang cukup besar. Biomassa dapat diubah menjadi energi panas, mekanik dan listrik. Energi yang dihasilkan telah digunakan untuk berbagai tujuan antara lain untuk kebutuhan rumah tangga, penggerak mesin

penggilingan padi, pengering hasil pertanian dan industri kayu, pembangkit listrik pada industri kayu dan gula. Gas bio adalah gas yang dihasilkan dari proses anaerobik biomassa yang pada umumnya berasal dari limbah peternakan dan limbah manusia. Potensi ini baru sebagian kecil yang sudah dimanfaatkan dan pemanfaatannya masih terbatas untuk memasak dan penerangan. Pemanfaatan biogas dari limbah manusia masih dalam proyek percontohan.

Energi Air

Energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Air memiliki siklus di mana air menguap, kemudian terkondensasi menjadi awan. Air akan jatuh sebagai hujan setelah ia memiliki massa yang cukup. Air yang jatuh di dataran tinggi akan terakumulasi menjadi aliran sungai. Tenaga air yang memanfaatkan gerakan air biasanya didapat dari sungai yang dibendung. Pada bagian bawah dam tersebut terdapat lubang-lubang saluran air. Pada lubang-lubang tersebut terdapat turbin yang berfungsi mengubah energi kinetik dari gerakan air menjadi energi listrik. energi listrik yang berasal dari energi kinetik air disebut *hydroelectric*.

Para anggota senat dan hadirin yang terhormat

PEMANFAATAN BIOMASSA MENJADI BIOENERGI

Bioenergi adalah bahan bakar alternatif yang terbarukan, yang prospektif dikembangkan tidak hanya karena terbatasnya produksi minyak bumi Indonesia, tetapi juga karena harga minyak bumi dunia yang semakin mahal. Pemilihan bioenergi sebagai pengganti energi fosil merupakan prioritas pertama, dengan beberapa pertimbangan : ramah lingkungan; dapat terurai; kontinuitas bahan baku terjamin karena didapat dari limbah/ budidaya pertanian, perkebunan dan peternakan.

Bioenergi dihasilkan dari biomassa yaitu bahan yang

dihasilkan oleh makhluk hidup (tanaman, hewan, dan mikro organisme). Indonesia memiliki potensi sumber daya alam hayati yang besar yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi. Pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif sangat cocok diaplikasikan karena didukung oleh ketersediaan lahan yang cukup untuk membudidayakan tanaman penghasil bioenergi.

Untuk memanfaatkan biomassa menjadi bioenergi secara umum dapat dilakukan dengan 3 cara sebagaimana disajikan pada (gambar 1).

1. Pembakaran langsung (*direct combustion*)

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar telah dikenal sejak dahulu, misalkan kayu bakar, yang dibakar di dalam tungku, panas yang dihasilkan digunakan untuk memasak atau mendidihkan air. Di daerah-daerah dengan sumber kayu bakar melimpah dan mudah didapat, energi dari biomassa ini masih menjadi pilihan utama. Namun saat ini kayu bakar sudah tidak mudah lagi didapatkan, sehingga untuk mendapatkannya penduduk desa sudah merambah hutan yang ada di sekitarnya.

Saat ini pemanfaatan energi biomassa dengan cara pembakaran langsung sudah semakin berkembang, di mana biomassa dipakai dalam bentuk briket agar lebih mudah penggunaannya atau membakar biomassa menjadi listrik

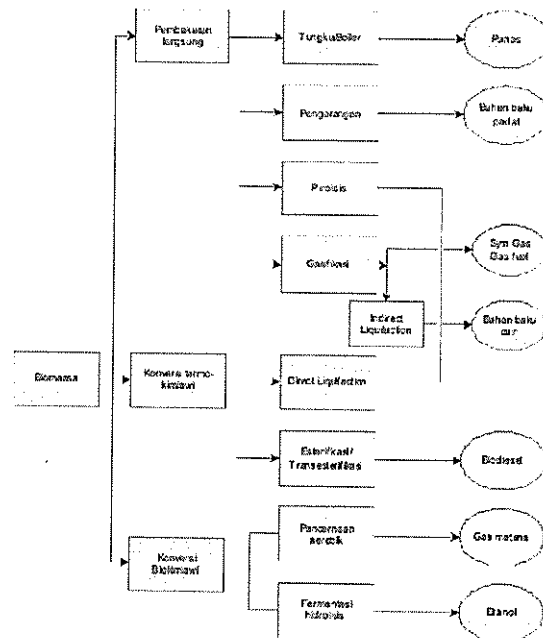
2. Konversi Thermokimiawi

Pemanfaatan energi biomassa dengan metode ini yang sudah lama dikenal masyarakat adalah pembuatan arang, di mana kayu terlebih dahulu diarakkan, kemudian arang tersebut digunakan sebagai sumber energi. Selanjutnya metode ini dikembangkan untuk mengolah sampah kota dengan teknologi pirolisa. Untuk menghasilkan biooil dapat dilakukan dengan cara fast pyrolysis.

Dewasa ini bioenergi yang banyak dikenal adalah biodiesel, di mana merupakan bahan bakar yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun minyak bekas penggorengan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-trans esterifikasi.

3. Konversi biokimiawi.

Pemanfaatan energi biomassa juga sudah dikembangkan di negara-negara Cina, India, dengan cara memanfaatkan kotoran ternak atau tinja manusia melalui proses fermentasi, di mana akan menghasilkan biogas (gas metana). Di samping itu, dapat juga dilakukan dengan metode biokimia yaitu dengan cara menghidrolisa bahan karbohidrat dan selulosa menjadi gula, di mana selajutnya gula difermentasikan menjadi alkohol (bioetanol).



Gambar 1 : Jalur konversi biomassa menjadi bioenergi
Sumber : Hambali dkk, 2006.

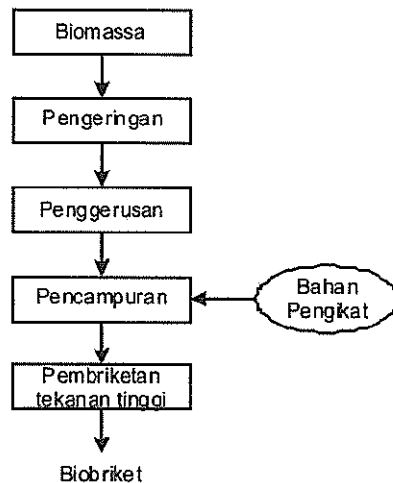
PROSPEK PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BIOENERGI

Produksi bioenergi dari berbagai sumber daya alam yang ada di Indonesia

Biobriket

Pembuatan biobriket cukup mudah karena teknologinya sederhana. Proses pembuatannya terdiri dari empat tahap yaitu : pengeringan, penggerusan, pencampuran, dan pembentukan campuran menjadi briket. Biobriket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari limbah bahan organik yang telah mengalami proses penekanan.

Bahan baku biobriket dapat menggunakan limbah agro Industri, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, sekam bungkil jarak pagar. Proses pembuatan biobriket seperti pada gambar 2. Setelah bahan baku dihancurkan dan dikeringkan, kemudian ditambahkan bahan pengikat, yang selanjutnya dilakukan pencetakan menjadi biobriket dengan ukuran dan bentuk sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. Diagram proses pembuatan biobriket
Sumber : Hambali dkk, 2006.

Dengan teknologi yang sederhana harga biobriket akan relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat.. Di samping itu, industri ini akan menyerap tenaga kerja, baik dipabrik briketnya, distributor, industri tungku maupun mesin pencetak briket

Biogas

Biogas menjadi salah satu alternatif energi terbarukan dan sangat mungkin didesentralisasikan hingga ke pedesaan sebagai energi alternatif. Biogas bersifat ramah lingkungan dan dapat mengurangi efek rumah kaca. Pemanfaatan biogas ini akan mengurangi penggunaan kayu bakar, dengan demikian dapat mengurangi usaha penebangan pohon di hutan sehingga ekosistem hutan tetap terjaga.

Dalam pemakaiannya, biogas dapat digunakan untuk pemanas dan penghasil energi listrik. Nilai kalor biogas sebagai sumber energi tergantung dari jumlah gas metana yang terkandung dalam biogas. Komposisi biogas yang dihasilkan tergantung dari bahan baku limbah organik yang digunakan. Sebagai contoh, Tabel 2 menunjukkan perbandingan komposisi biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi dan campuran kotoran ternak/hasil pertanian, sedang nilai kesetaraan energi yang dihasilkan seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 :
Komposisi Biogas (%) dari Kotoran Sapi dan
Campuran Kotoran Ternak dengan Sisa Pertanian .

Jenis gas	Bahan baku	
	Kotoran sapi	Campuran kotoran ternak dengan sisa pertanian
Metana	65,7	54-70
Karbon dioksida	27,0	45-47
Nitrogen	2,3	0,5-3,0
Karbon monoksida	-	0,1
Oksigen	0,1	6,0
Propana	0,7	-
Hidrogen sulfida	-	sedikit
Nilai kalor (kkal/m ³)	6513	4800-6700

Sumber : Simamora dkk; 2006

Tabel 3 :
 Nilai Kesetaraan Biogas dan Energi yang dihasilkan.

Penggunaan	1 M3 Biogas Setara Dengan
Penerangan	60-100 watt lampu bohlam selama 6 jam
Memasak	Dapat memasak tiga jenis masakan untuk keluarga (5-6 orang)
Pengganti bahan Bakar	0,7 kg minyak tanah
Tenaga	Dapat menjalankan satu motor tenaga kuda selama dua jam
Pengikat tanaga	
Listrik	1,25 Kwh listrik

Sumber : Kristoferson dan Bokalders, 1991

Bahan Baku Biogas

Bahan baku biogas diperoleh dari kotoran ternak, tinja manusia, sisa-sisa panen seperti Jerami, sekam, serta daun-daunan, sortiran sayur, dan bahan organik lainnya yang diproses di dalam alat kedap udara yang disebut digester.

Berdasarkan estimasi, seekor sapi dalam satu hari menghasilkan kotoran 10-30 kg; seekor ayam menghasilkan kotoran 25 g/hari; sedangkan seekor babi dewasa menghasilkan kotoran 4,5-5,3 kg/hari. Berdasarkan hasil penelitian (Hambali dkk, 2006) menunjukkan bahwa setiap 10 kg kotoran sapi akan menghasilkan 360 liter biogas dan 20 kg kotoran babi menghasilkan 1,379 liter biogas. Potensi kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar biogas cukup besar mengingat populasi ternak di Indonesia yang sangat besar seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 : Perkembangan Jumlah Ternak di Indonesia

Jenis ternak	Tahun (dalam ekor)			
	2005	2006	2007	2008
Sapi Potong	10.569.312	10.875.125	11.514.871	12.256.604
Sapi Perah	361.351	369.008	374.107	457.577
Kerbau	2.128.491	2.166.606	2.085.779	1.930.716
Kambing	13.409.277	13.789.955	14.470.214	15.147.432
Domba	8.327.022	8.979.849	9.514.184	9.605.339
Babi	6.800.698	6.218.202	6.710.757	6.837.528
Kuda	386.708	397.642	401.081	392.864
Ayam buras	278.953.778	291.085.191	272.251.141	243.423.389
Ayam ras petelur	84.790.411	100.201.556	111.488.877	107.955.170
Ayam ras pedaging	811.188.684	797.527.446	891.659.346	902.052.418
Itik	32.405.428	32.480.718	35.866.833	39.839.520

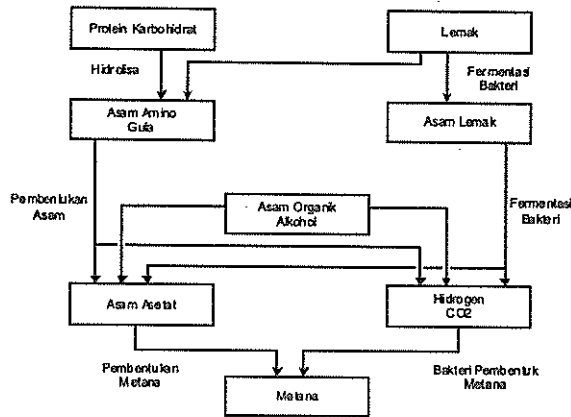
Sumber : Direktorat Jendral Peternakan 2010

Dengan jumlah populasi ternak yang demikian besar, maka jumlah kotoran yang dihasilkan juga cukup besar. Penanganan dan pengelolaan sampah sampai saat ini belum optimal. Di daerah perkotaan baru 11,25% sampah diangkut oleh petugas, 63,35 % sampah ditimbun atau dibakar, 6,35% dibuat kompos, dan 19.05% sampah dibuang ke sungai atau sembarangan, sedangkan di daerah pedesaan sebanyak 19% diangkut petugas, 54% sampah ditimbun atau dibakar, 7 % dibuat kompos; dan 20% dibuang kesungai atau sembarangan. (Hambali, dkk; 2006).

Proses Pembuatan Biogas

Proses pembuatan biogas sangat sederhana dan mudah yaitu dengan cara fermentasi terhadap bahan-bahan organik seperti sampah dan kotoran hewan secara anaerobik di dalam digester. Penguraian bahan-bahan organik menjadi biogas melalui tiga proses utama seperti ditunjukkan pada gambar 3. Tahap pertama proses hidrolisa yaitu pengurangan senyawa-senyawa rantai panjang seperti protein, karbohidrat dan lemak menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Tahap kedua proses asidifikasi yaitu pembentukan senyawa asam organik

dan pertumbuhan atau perkembangan sel bakteri. Tahap terakhir (ketiga) adalah metanasi/fermentasi yaitu proses terbentuknya gas metana yang merupakan komponen utama dari biogas.



Gambar 3 : Diagram proses produksi gas metana
Sumber : Wittmajer dkk, 2005.

Bioetanol

Beberapa peneliti telah mengembangkan riset bioetanol sebagai bahan bakar. Hanya saja ketika itu pengembangan bioetanol kalah bersaing dengan bahan bakar minyak yang harganya disubsidi pemerintah. Namun sejak melambungnya harga minyak bumi dan subsidi pemerintah dikurangi, penelitian yang terkait dengan bioetanol kembali berkembang. Bioetanol adalah etanol (alkohol) yang dibuat dari biomassa seperti singkong dan tetes tebu yang mengandung komponen pati atau glukosa.

Dalam dunia industri etanol digunakan sebagai campuran untuk minuman keras, bahan baku farmasi dan kosmetika.

Ketika harga BBM semakin mahal, bioetanol diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pensubstitusi BBM untuk motor bensin. Sebagai bahan bakar pensubstitusi

bioetanol dapat diaplikasikan dalam bentuk campuran dengan bensin misal 10% etanol dicampur dengan 90% bensin atau disebut Gasohol E 10, jika digunakan 100% (E 100).

Bahan Baku Bioetanol

Indonesia sangat kaya bahan baku untuk memproduksi bioetanol karena tanaman yang menghasilkan nira bergula, tanaman berpati maupun tanaman berselulosa tumbuh sangat subur. Tanaman yang menghasilkan nira gula di antaranya : nira tebu, nira nipah, nira kelapa, nira sagu manis, nira aren dan nira siwalan. Yang menghasilkan pati adalah : tepung sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut dan umbi dahlia, sedangkan yang menghasilkan selulosa seperti kayu jerami, batang pisang dan bagas. Tabel 5 menunjukkan perolehan etanol dari berbagai jenis bahan baku.

Tabel : 5 Bahan Baku Penghasil Etanol

Sumber	Produktivitas (Ton/Ha/thn)	Etanol yang dihasilkan	
		liter/ton	Liter/Ha/thn
Singkong	25,0	180	4500
Tetes tebu	3,6	270	973
Ubi jalar	62,5	125	7812
Sagu	6,8	608	4133
Tebu	75,0	67	5025
Nipah	27,0	93	2500

Sumber : Surawidjaja, 2006

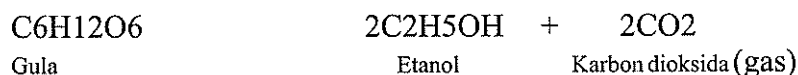
Proses Pembuatan Bioetanol

Proses pembuatan bioetanol dapat dilakukan melalui proses pemisahan alkohol dari bahan-bahan yang berasal dari alam seperti ubi kayu, jagung atau sagu yang banyak terdapat di Indonesia. Proses pengolahan bioetanol sendiri biasanya dilakukan terhadap tanaman-tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat di mana dikonversi menjadi gula yang larut dalam air. Secara umum, proses pembuatan etanol dibagi menjadi tiga tahap yaitu: gelatinasi, fermentasi dan distilasi. (Reksowardoyo, 2006)

Pada proses gelatinasi dilakukan sebagai berikut, yaitu dengan membuat campuran tanaman-tanaman yang dapat menghasilkan etanol dengan air untuk dijadikan bubur yang diperkirakan mengandung pati 27-30 %. Campuran bubur dimasak selama 2 jam sehingga membentuk gel. Hasil gelatinasi didinginkan sampai suhu 55o C untuk kemudian difermentasi dengan bakteri/ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

Proses fermentasi dimaksudkan untuk mengubah glukosa menjadi ethanol/bio-ethanol (alkohol) dengan menggunakan aktivitas bakteri/ragi. Alkohol/etanol yang didapatkan biasanya dengan kadar 8-10 % volume. Proses pembuatan etanol dapat dilakukan dengan lebih cepat apabila menggunakan bahan baku gula. Selain itu penggunaan bahan baku gula juga dimaksudkan untuk mengefisienkan proses produksi. Alkohol hasil fermentasi biasanya masih mengandung zat-zat pengotor seperti gas CO₂ yang dapat mencapai 35 % volume. Untuk mengilangkan gas CO₂ tersebut maka dilakukan penyaringan terhadap etanol yang mengandung gas CO₂ tersebut. Dengan proses penyaringan ini, hanya dihasilkan 5-10 % etanol murni sehingga untuk mendapatkan etanol 95 % perlu dilakukan proses distilasi. (Reksowardoyo, 2006).

Reaksi pembuatan etanol



Produksi etanol sebagai bahan bakar alternatif memang tidak mudah dilakukan. Kendala terbesar berada pada biaya alat produksi. Akan tetapi, tulisan ini bertujuan untuk memberikan gagasan untuk menemukan solusi-solusi baru dalam produksi sumber energi alternatif lainnya. Dengan mengetahui proses pembuatan etanol, setidaknya kita menyadari bahwa tidak selamanya harus bergantung pada sumber energi yang sudah ada. Dengan memperluas wawasan serta ilmu pengetahuan dan

menyadari bahwa negara kita dilimpahi berbagai sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan umat manusia maka kita wajib melakukan sesuatu yang nantinya akan berdampak positif tidak hanya pada bangsa tetapi juga dunia.

Para Anggota Senat dan Hadirin yang terhormat

APLIKASI TEKNOLOGI SEPARASI

Bidang Umum

Teknologi separasi sudah umum digunakan di dalam Operasi Teknik Kimia misalnya di dalam bahan makanan : untuk mengekstraksi vitamin E (Bakti Jos, 2006), mengekstraksi asam lemak omega 3 dari ikan, minyak biji bunga matahari, mengekstraksi beta karotin dari tomat maupun crude palm oil (Bakti Jos, 2006). Limbah industri sering dimanfaatkan untuk mengekstraksi logam-logam (Bakti Jos, 1995), asam tartrat dan malat (Bakti Jos, 2005); asam sitrat dan asam oksalat (Mega dan Bakti Jos; 2008). Sedangkan untuk industri minyak atsiri digunakan untuk mengekstraksi minyak kenanga, minyak melati, minyak nilam (Bakti Jos, 2004).

Teknologi separasi jika diterapkan dalam bidang energi dapat meningkatkan mutu bahan bakar fosil. Penelitian untuk peningkatan mutu bahan bakar minyak dengan teknologi separasi telah dilakukan di mana metode yang digunakan adalah ekstraksi cair-cair dengan solven tunggal maupun solven campuran untuk mengekstraksi karbon aromatis yang terkandung di dalam bahan bakar. Di antara bahan bakar fosil yang telah dapat ditingkatkan mutunya adalah Bahan bakar Diesel (Bakti Jos, 1998), Heavy Gas Oil (Bakti Jos, 2002), Spindel Oil (Bakti Jos, 2002) dan Light Cycle Oil (Bakti Jos, 2004).

Biogas

Bioenergi yang dihasilkan dari bahan baku biomassa yaitu biogas dan bioetanol belumlah layak untuk digunakan secara langsung sebagai sumber energi, karena pada biogas masih terdapat kandungan zat pengotor (H_2S) yang berbahaya serta kandungan air dan CO_2 masih tinggi yang menyebabkan rendahnya nilai kalor dari bahan bakar tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, peran teknologi separasi sangat penting dalam pengembangan bioenergi, karena teknologi ini dapat mengurangi pengotor/impuritas yang berbahaya (H_2S) dan menurunkan kandungan CO_2 serta air yang mengakibatkan naiknya kadar Alkohol dan pada akhirnya akan meningkatkan nilai kalor serta ramah lingkungan

Di masa depan dengan berkembangnya bioenergi, maka peluang pengembangan teknologi separasi semakin terbuka pula, untuk meningkatkan mutu energi terbarukan dari sumber daya alam lokal

Separasi Biogas

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang mendapat perhatian banyak orang. Walaupun telah lama dikenal, namun penggunaan biogas masih terbatas untuk memasak, pemanasan dan pencahayaan. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kualitas biogas akibat keberadaan impuritas dalam jumlah yang signifikan. Kandungan methana sebagai komponen utama berkisar 60-70%, sementara impuritas CO_2 dan H_2S sebagai impuritas utama berturut-turut adalah 30-40% dan 0-1%. Keberadaan impuritas CO_2 akan menurunkan nilai kalori karena merupakan gas yang tidak dapat dibakar (Kapdi dkk., 2005) sedangkan keberadaan H_2S menyebabkan masalah kesehatan karena beracun dan menyebabkan masalah korosi (Truong dkk., 2005). Selain itu, penggunaan biogas juga dibatasi oleh sifatnya yang dijenuhkan oleh uap air. Untuk meningkatkan nilai kalori dan memperluas penggunaan biogas, keberadaan impuritas di dalam biogas harus dipisahkan.

Penggunaan teknologi pemisahan terbukti dapat meningkatkan kualitas biogas sehingga dapat meningkatkan nilai kalor. Teknologi-teknologi pemisahan yang dapat digunakan untuk pemurnian biogas adalah: *absorpsi, pressure swing adsorption dan cryogenics* (Deublein dan Steinhauser, 2008). Penghilangan uap air merupakan langkah pertama yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas biogas. Keberadaan uap air dapat dihilangkan dengan cara kondensasi atau pengeringan dengan menggunakan silika gel. Selain itu, uap air juga bisa dihilangkan dengan absorpsi menggunakan senyawa glikol atau garam higroskopis. Penghilangan CO₂ dan H₂S bisa dilakukan secara simultan dengan menggunakan kolom absorber. Pelarut yang sering digunakan adalah air. Untuk meningkatkan tingkat penghilangan sering juga digunakan pelarut MEA, DEA, NaOH dan larutan Ca(OH)₂ sebagai pengganti air. Dengan cara ini, kandungan CO₂ dalam biogas dapat dikurangi sampai 2% vol. Alternatif lain untuk menghilangkan CO₂ adalah dengan menggunakan *pressure swing adsorption*. Adsorbent yang sering digunakan adalah karbon aktif atau molecular sieve. Kelebihan dari teknologi ini adalah prosesnya yang sederhana namun tekanan operasi yang dibutuhkan relatif tinggi. Penghilangan CO₂ juga bisa dilakukan dengan teknologi *cryogenic*. Metode ini mendinginkan biogas sampai melewati titik didih CO₂ sehingga akan berubah fase menjadi cairan. Meskipun persen penghilangan tinggi dan sangat sederhana namun metode ini sangat mahal untuk dilakukan. Belakangan ini teknologi membran telah menjadi alternatif teknologi pemisahan CO₂ yang sangat menjanjikan. Meskipun tekanan yang dibutuhkan sangat tinggi, namun efisiensi pemisahan yang tinggi dan laju pemisahan yang sangat tepat menjadikan teknologi ini mampu memisahkan CO₂ hingga dibawah 1% vol.

Separasi Bioetanol

Beberapa sumber energi terbarukan yang potensial dikembangkan adalah bioethanol sebagai pengganti bensin.

Sumber energi tersebut sudah dicoba diterapkan dalam skala kecil di Indonesia dengan proses : Distilasi, Separasi secara Kimia dan Fisika serta pemisahan dengan Teknologi Membran.

Distilasi

Proses distilasi pada pembuatan etanol sebagai bahan bakar alternatif bertujuan untuk memisahkan etanol dengan air dari hasil fermentasi. Pada distilasi ini, pemisahan alkohol dengan air dilakukan dengan memperhitungkan perbedaan titik didih kedua zat tersebut. Dengan proses distilasi atau pemisahan ini, maka akan didapatkan etanol dengan kemurnian yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Pemisahan dan pemurnian bioethanol (dehidarasi) merupakan salah satu langkah penting yang harus dilalui dalam pembuatan bioethanol sebelum dipakai untuk bahan bakar. Destilasi konvensional telah terbukti sebagai teknologi yang banyak digunakan pada tahap ini, namun kemurnian maksimal yang dapat dicapai berkisar 95%. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya campuran azeotrop antara ethanol dan air pada kemurnian ~95%. Beberapa metode telah diusulkan untuk pemisahan campuran azeotrop ethanol-air untuk mendapatkan kemurnian ethanol ~100% (absolut) (Kister, 1992; Hunek, 1989; Stichlmair dkk., 1989). Distilasi ekstraksi dan distilasi reaktif merupakan metode yang banyak dikenal.

- Proses Distilasi ekstraksi

Proses ini dilakukan dengan cara menambah zat pelarut (solven) pada campuran azeotrop. Solven yang ditambahkan akan melarutkan (mengekstrak air), karena perbedaan titik didih antara etanol dengan solven yang telah mengekstrak air cukup besar sehingga akan mudah dipisahkan secara distilasi, selanjutnya dilakukan pemisahan antara solven dengan air. Solven yang diperoleh dapat digunakan kembali sebagai pelarut.

- Proses Distilasi Reaktif

Pada proses ini, ditambahkan suatu senyawa lain (reaktan) pada campuran azeotrop air-etanol. Reaktan ini akan bereaksi dengan air akan tetapi tidak bereaksi dengan etanol yang membentuk senyawa baru. Perbedaan titik didih antara etanol dengan senyawa baru yang terbentuk harus besar, sehingga mudah dipisahkan secara distilasi. Langkah terakhir memisahkan/menguraikan senyawa baru hasil reaksi yaitu air dan reaktan. Reaktan yang telah dipisahkan dapat digunakan kembali pada proses berikutnya (Stichlmair dkk., 1989)

Kedua teknologi tersebut telah terbukti dapat memisahkan campuran azeotrop, namun masih diperlukan penelitian-penelitian lanjut untuk meningkatkan daya saing teknologi ini.

Separasi secara Kimia dan Fisika

Pemurnian bioetanol dapat dilakukan dengan cara kimia dan fisika. Cara kimia dengan menggunakan batu gamping. Sedangkan cara fisika ditempuh dengan proses penyerapan menggunakan zeolit sintetis. Cara kimia cocok diaplikasikan bagi produsen bioetanol skala kecil.

Batu gamping adalah batu yang terbentuk dari pengendapan cangkang kerang dan siput, foraminifera atau ganggang. Batu itu berwarna putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, cokelat, atau hitam, tergantung keberadaan mineral pengotornya. Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan kapur adalah aragonit. Batu gamping merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit. Mineral lainnya siderit, ankererit, dan magnesit, tapi ketiganya berjumlah sangat sedikit.

Batu gamping bersifat higroskopis, artinya mempunyai kemampuan untuk menyerap air, sehingga batu gamping mampu mengurangi kadar air dalam bioetanol. Perbandingan batu gamping untuk 7 liter bioetanol diperlukan 2-3 kg batu

gamping. Campuran itu didiamkan selama 24 jam sambil sesekali diaduk. Selanjutnya, campuran diuapkan dan diembunkan menjadi cair kembali sebagai etanol berkadar 99% atau lebih. Bioetanol inilah yang bisa dicampur dengan bensin atau digunakan murni. (Truong, 2005)

Walaupun prosesnya sangat mudah, tetapi penggunaan batu gamping memiliki beberapa kelemahan, di antaranya jumlah etanol yang hilang sangat tinggi, yaitu mencapai 30%, karena gamping juga menyerap alkohol. Alkohol itu tidak dapat keluar karena terikat pada pori-pori gamping.

Alternatif lain, pemurnian bioetanol dengan zeolit sintetis. Proses pemurnian itu menggunakan prinsip penyerapan permukaan. Zeolit adalah mineral yang memiliki pori-pori berukuran sangat kecil. Sampai saat ini ada lebih dari 150 jenis zeolit sintetis. Di alam, zeolit terbentuk dari abu lahar dan materi letusan gunung berapi. Zeolit juga bisa terbentuk dari materi dasar laut yang terkumpul selama ribuan tahun. (Truong, 2005)

Zeolit sintetis berbeda dengan zeolit alam. Zeolit sintetis terbentuk setelah melalui rangkaian proses kimia. Namun, baik zeolit sintetis maupun zeolit alam berbahan dasar kelompok alumunium silikat yang terhidrasi logam alkali dan alkali tanah (terutama Na dan Ca). Struktur zeolit berbentuk seperti sarang lebah dan bersifat negatif. Sifat pori-porinya yang negatif bisa dinetralkan dengan penambahan ion positif seperti sodium.

Kedua zeolit itu sama-sama memiliki kemampuan menyerap air. Pada zeolit alam, air yang sudah terserap perlahan-lahan dilepaskan kembali, sedangkan pada zeolit sintetis air akan terikat kuat. Zeolit sintetis yang paling sederhana adalah zeolit A. Artinya, perbandingan antara molekul silika, alumina, dan sodium adalah 1:1:1. Penggunaan zeolit yang berukuran 3\AA ($1\text{ angstrom} = 1,0 \times 10^{-10}\text{ m}$) dianjurkan untuk pemurnian bioetanol. Dibandingkan zeolit alam dan sintetis lainnya, zeolit sintetis 3\AA memiliki beberapa keunggulan, di antaranya ruang terbuka pada pori-porinya

mencapai 47% lebih banyak, memiliki kemampuan untuk menukar molekul sodium, dan mampu mengikat air.

Zeolit sintetis bisa menyerap dan mengikat air, karena partikel air lebih kecil daripada partikel etanol. Partikel air berukuran 3 angstrom sehingga dapat diserap zeolit, sedangkan partikel etanol yang berukuran lebih besar 4,4 angstrom tidak bisa diserap oleh zeolit. Karena itu ketika etanol 95% dilewatkan pada sebuah tabung berisi zeolit, kadar etanol bisa meningkat karena airnya diikat oleh zeolit. Proses itu terjadi karena pori-pori zeolit bersifat *molecular sieves*. Artinya, molekul zeolit hanya bisa dilalui oleh partikel-partikel berukuran tertentu. Proses pemurnian bioetanol dengan zeolit sintetis dinamakan juga proses *molecular sieves*. (Smitha dkk, 2004)

Penggunaan zeolit sintetis memiliki beberapa kelebihan dibandingkan batu gamping yaitu waktu yang dibutuhkan lebih pendek (hanya 12 jam) dan etanol yang hilang pun hanya 10%. Kelemahan dari penggunaan zeolit sintetis adalah harganya yang jauh lebih mahal dibanding batu gamping. Selain itu, zeolit sintetis belum diproduksi di Indonesia sehingga penggunaan zeolit sintetis lebih cocok untuk perusahaan besar.

Separasi dengan Teknologi Membran

Dewasa ini, Pervaporasi (PV), proses pemisahan menggunakan membran dengan gaya dorong perbedaan tekanan uap atau konsentrasi, menjadi teknologi alternatif untuk pembuatan bioethanol 100%. Kemampuannya dalam memisahkan campuran azeotrop dengan proses yang sederhana menjadikan teknologi ini telah diaplikasikan untuk dehidrasi ethanol (Aptel dkk., 1976; Feng dan Huang, 1997; Shao dan Huang, 2007).

Heisler dan Binning dan James adalah yang pertama kali mempelajari pervaporasi secara ilmiah. Proses ini menarik minat dari sejumlah ilmuwan dan selama tahun 1960-an banyak laboratorium penelitian mulai melakukan uji pervaporasi.

Beberapa proses pada mulanya dalam tahap pilot plant, tetapi akhir-akhir ini pervaporasi diterapkan lebih luas dalam industri (Rautenbach dan Albrecht, 1989).

Pervaporasi adalah suatu proses pemisahan menggunakan membran di mana terjadi perubahan fase permeat dari cair menjadi uap selama perpindahan bahan. Umpan dalam proses pervaporasi berfase cair. Daya dorong dalam membran dicapai dengan menurunkan aktivitas komponen permeat. Komponen-komponen dalam campuran permeat melalui membran dan menguap sebagai hasil dari tekanan parsial pada bagian permeat lebih rendah dari tekanan uap jenuh. Daya dorong biasanya dikontrol dengan memberikan tekanan vakum. Alternatif lain, digunakan gas inert sebagai pembawa seperti uap air atau udara, sehingga tekanan parsialnya menurun dari komponen permeat (Rautenbach dan Albrecht, 1989).

Pervaporasi mempunyai karakteristik pemisahan lebih spesifik karena dapat dilakukan pada titik azeotrop dari keseimbangan uap-cair. Ketika terjadi perpindahan bahan dalam membran dengan adanya penyerapan, membran pervaporasi dapat menunjukkan sifat penyerapan yang baik untuk komponen permeat yang sesuai. Hal ini melibatkan derajat pengembangan membran yang tinggi (Rautenbach dan Albrecht, 1989).

Karena alasan inilah pemisahan membran dengan pervaporasi dapat menjadi salah satu proses alternatif yang dipilih untuk menghemat energi. Proses ini memberikan perolehan yang efektif dari media cair dan mencegah pembatasan tekanan osmosis pada proses osmosis balik dengan menjaga permeat di bawah tekanan uap jenuhnya. Meskipun penguapan bagian tangki umpan dibutuhkan dalam proses ini, tekanan permeasi dapat dikurangi dengan menggunakan pompa vakum atau *gas-sweeping*. Pada umumnya, pervaporasi dapat digunakan secara praktis ketika faktor pemisahan membran jauh lebih tinggi dan laju permeasi tinggi merupakan hasil yang memuaskan dibandingkan untuk penguapan biasa (Isiklan dan Sanli, 2005).

Para anggota senat dan hadirin yang saya hormati

Penutup

Dengan meningkatnya kebutuhan energi dunia sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Diperkirakan konsumsi energi dunia akan meningkat sebesar 57% dari tahun 2002 hingga tahun 2025. Di mana pasokan energi tersebut masih sangat tergantung pada bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara.

Kondisi di atas juga dialami oleh Indonesia di mana pada masa lampau di era 1970 sampai tahun 1980-an kita termasuk negara pengekspor minyak bumi akan tetapi saat ini menjadi negara net importer karena nilai impor kita lebih besar dibandingkan dengan nilai ekspor. Hal ini disebabkan dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi sementara konsumsi energi semakin besar. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas maka peran teknologi separasi amatlah penting untuk dikembangkan karena :

- Dapat meningkatkan mutu minyak bumi yang semakin menipis
- Meningkatkan mutu/nilai kalor bioenergi yang diperoleh dari pemanfaatan sumber daya alam lokal yang berlimpah sebagai bahan baku untuk menghasilkan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti seperti Biogas dan Bioethanol dalam mendukung ketahanan energi nasional.

Ada lima kebijakan utama yang perlu ditempuh dalam pelaksanaan pembangunan energi:

o Diversifikasi energi

Kegiatan ini diarahkan untuk penganekaragaman pemanfaatan energi baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan untuk mencapai optimasi penyediaan

energi nasional dan mengurangi laju pengrusakan sumber daya hidrokarbon.

o Intensifikasi energi.

Kegiatan pencarian sumber energi dilaksanakan secara berkesinambungan melalui kegiatan survey dan eksplorasi sumber-sumber energi, yang diutamakan untuk meningkatkan cadangan sumber energi terutama minyak bumi, gas bumi, dan batubara.

o Konservasi energi

Prinsip konservasi diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan akhir.

o Harga energi

Harga energi secara bertahap dan terencana diarahkan untuk makin menuju kepada pembentukan harga yang mengikuti mekanisme pasar sesuai dengan nilai ekonominya.

o Berwawasan lingkungan

Pemanfaatan energi bersih berwawasan lingkungan mendapat prioritas dengan mengutamakan energi yang menghasilkan pencemar paling rendah, namun layak secara teknis dan ekonomis.

Selain energi terbarukan, kita juga perlu meningkatkan pemanfaatan energi baru semisal energi angin, energi surya dan energi samudera yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia.

Para Anggota Senat Hadirin yang saya hormati,

Pesan untuk Dosen Muda,

Pada kesempatan yang berbahagia ini izinkanlah saya menyampaikan sepatah dua patah kata kepada kolega/rekan sejawat dosen muda di Jurusan Teknik Kimia yang sangat saya banggakan dan hormati. Marilah kita bersama-sama bekerja

keras untuk menekuni bidang Teknik Kimia dengan melakukan penelitian-penelitian yang bermutu, mengajar para mahasiswa kita dengan tulus hati dengan menjunjung tinggi moral martabat dan kehormatan, sehingga Jurusan Teknik Kimia yang kita cintai akan lebih maju untuk berkiprah baik ditingkat nasional maupun Internasional.

Harapan saya teman-teman dosen muda pada saatnya akan meraih jabatan akademik tertinggi sebagai Guru Besar. Saya percaya dengan semangat yang tinggi. Anda sekalian akan lebih maju dan berprestasi daripada saya.

Pesan untuk Mahasiswa

Untuk para mahasiswa khususnya mahasiswa Teknik Kimia Universitas Diponegoro, saya berpesan agar Saudara belajar dengan tekun serta disiplin yang tinggi, karena Ilmu Teknik Kimia terus berkembang dengan pesatnya, Saudara merupakan pewaris dan penerus sekaligus tumpuan masa depan bangsa untuk alih teknologi.

Demikianlah pidato yang saya sampaikan dalam orasi Pengukuhan sebagai Guru Besar semoga menjadi bahan renungan kita bersama. Saya menyadari keterbatasan saya dalam menyampikan substansi maupun pemaparannya dengan rendah hati mohon maaf sebesar-besarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ketua Senat, sekretaris Senat serta hadirin yang saya muliakan.

Pada kesempatan yang sangat berbahagia ini izinkanlah saya menyampaikan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkat dan rahmat kepada saya sekeluarga sehingga saya dipercaya menjadi guru besar.

Saya mohon doa restu kepada hadirin sekalian semoga saya diberikan kekuatan dan kesehatan untuk dapat melaksanakan tanggung jawab dan amanah tersebut dengan baik di almamater tercinta Universitas Diponegoro

Selanjutnya saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan Nasional yang tertuang dalam SK No. 49132/A4.5/KP/2010 tanggal 30 Juni 2010 atas persetujuan dan kepercayaannya mengangkat saya sebagai Guru Besar;
2. Rektor Universitas Diponegoro Prof. Dr. dr. Susilo Wibowo, MS., Med. SpAnd., atas dukungan dan kepercayaannya ;
3. Sekretaris Senat, para anggota Senat serta Senat Guru Besar Universitas Diponegoro;
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Ir. Sri Eko Wahyuni, MS yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam proses pengajuan Guru Besar saya serta Prof. Ir. Joetata Hadihardaja yang selalu memberikan motivasi dan dorongan kepada saya dalam mengembangkan diri;
5. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS yang tidak henti-hentinya memberikan semangat, motivasi, dorongan serta tempat saya mencurahkan hati guna mencapai Jabatan akademik tertinggi;
6. Para anggota Senat Fakultas Teknik Universitas Diponegoro serta Guru Besar di Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan rekomendasi dalam proses pengusulan Guru Besar saya;
7. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Ir. Abdullah, MS, PhD yang telah memberikan dukungan dan rekomendasi kepada saya untuk pengangkatan Guru Besar, Dr. Ir. Budiyo, Msi, Dr. Siswo Sumardiono, ST, MT, Dr. Heru Susanto, ST, MM, MT serta Dr. I Nyoman Widiasta, ST, MT yang selalu memberikan semangat kepada saya;

8. Para anggota Tim Reviewer Angka Kredit Jurusan Teknik Kimia, Tim Reviewer Angka Kredit Fakultas Teknik serta Tim Reviewer Angka Kredit Universitas Diponegoro;
9. Peer Group Reviewer Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS, Prof. Dr. Ir. Sunarso, MS, Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA, Prof. Dr. Ir. Sugiono Sutomo, DEA, Prof. Dr. Lachmudin Sya'rani, Prof. Drs. Y. Warella, MPA., Ph.D, Prof. Drs. Soedjarwo;
10. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS (Universitas Diponegoro), Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA (Universitas Diponegoro) serta Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya) yang telah memberikan rekomendasi khusus bagi pengusulan saya sebagai guru besar.

Secara khusus dari hati yang sangat dalam dan dengan tulus saya sampaikan terima kasih kepada :

1. Ke dua orang tua saya Bapak T. Ginting (almarhum) dan Ibu B. M. Meliala yang telah mengasuh dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang serta disiplin tinggi sehingga saya seperti sekarang ini;
2. Mertua saya Bapak S. Tarigan (almarhum) dan Ibu M.P. Sitepu (almarhum) atas bimbingan nasehat dan doa'nya;
3. Istri saya tercinta Asni Tarigan yang tetap setia mendampingi saya baik di kala suka maupun duka, memberikan semangat dengan penuh pengertian dan sabar, anak-anakku tersayang Denis dan Roland yang selalu mendo'akan saya di dalam menunaikan tugas sehari-hari;
4. Adik-adik saya serta kakak dan adik ipar saya yang selalu memberikan dukungan di dalam kehidupan saya;
5. Seluruh Jemaat GBKP Rg Semarang yang selalu mendoakan saya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada :

1. Keluarga Besar Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro baik staf pengajar, karyawan serta mahasiswa, yang senantiasa menciptakan suasana yang harmonis bagi pengembangan karier saya;
2. Para guru saya baik sewaktu di Sekolah Dasar Taman Siswa Lubuk Pakam, SMP Negeri Lubuk Pakam, serta SMA Negeri Lubuk Pakam yang dengan penuh kasih sayang telah membimbing dan mendidik saya;
3. Para guru dan senior saya di Perguruan Tinggi khususnya di Teknik Kimia Universitas Diponegoro yang telah memberikan bekal dan membimbing saya di bidang Ilmu Teknik Kimia Prof. Ir. Sugeng Hendrowibowo (almarhum), Prof. Ir. Marwoto Kusumoprado (almarhum), Ir. Soesworo (almarhum), Ir. Bambang Triono Basuki, M.Eng (almarhum), Ir. Nisyamhuri, Ir. Marimin Soemardjo, Ir. Dwi Rahadi, Ir. Soedarmadji, Ir. C. Sri Budiyati, MT. Ir. Sumarno, Msi, Ir. Diyono Ikhsan, SU, Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS, Ir. R.P. Djoko Murwono, SU, Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng, Ir. Herry Santosa, MT, Ir. Agus Hadiyanto, MT, Ir. Abdullah, MS, PhD, Ir. Slamet Priyanto, MS juga pembimbing saya sewaktu menempuh Pendidikan di Program Master dan Doktor pada INPT Toulouse Prof. J. Molinier dan Prof. G. Malmay;
4. Semua Pihak yang tidak mungkin saya sebutkan satu per satu

Akhir kata sekali lagi saya mengucapkan terima kasih atas kehadiran dan kesabaran Bapak-bapak dan Ibu-ibu serta hadirin sekalian dalam menghadiri upacara pengukuhan ini. Mohon maaf atas segala kesalahan, kekhilafan dan kekurangan saya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Munawir, 2005, Saatnya Melirik Gasohol, *INSANI*, Agustus 2005
- Aptel, P.; Challard, N.; Cuny, J.; Neel, J.; 1976 Application of the pervaporation process to separate azeotropic mixtures, *J. Membr. Sci.* 1 271.
- Bakti Jos, 1995 Pemisahan Logam dengan Ekstraksi Cair-Cair. *Majalah Teknik Kimia undip Reaktor* edisi Juni 1995 ISSN:0852-0798.
- Bakti Jos, 1998 Peningkatan Mutu Bahan Bakar Diesel dengan Metode Ekstraksi Cair-cair. *Majalah Penelitian Lemlit* th.Xno.40., Desember 1998 ISSN.0215-2584.
- Bakti Jos, 2002 Peningkatan Mutu Heavy Gas Oil (HGO) Secara Ekstraksi Cair-Cair Dengan Solven Dimethyl Sul Foxide (DMSO), *Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia Ft Undip*, Volume 6 Nomor 2 Desember 2002, Hal 92-95; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 395/Dikti/Kep/2000
- Bakti Jos, 2002 Peningkatan Mutu Spindle Oil dengan Metode Ekstraksi Cair-cair, seminar nasional teknik kimia, Jurusan teknik kimia universitas sumatera utara, hal. B02
- Bakti Jos, 2004 Ekstraksi Minyak Nilam Dengan Pelarut N-Heksana, *Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia Ft Undip*, Volume 6 Nomor 2 Desember 2004, Hal 94-99; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 49/Dikti/Kep/2003
- Bakti Jos, 2004 Peningkatan Mutu Light Cycle Oil (LCO) dengan cara ekstraksi cair -cair dengan solven propylene glycol, seminar nasional teknik kimia, jurusan teknik kimia universitas katolik parahyangan, hal.A01, isbn 979-98-465-0-1

- Bakti Jos, 2005 Ekstraksi Asam Tartrat Dan Asam Malat : Pengaruh Tri (6-Methyl Hepthyl) Amin Sebagai Extracting Power Dalam Berbagai Solven Terhadap Koefisien Distribusi, Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia Ft Undip, Volume 9 Nomor 2 Desember 2005, Hal 117-120; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 49/Dikti/Kep/2003
- Bakti Jos, 2006 Ekstraksi Asam Lemak Omega-3 Dari Limbah Ikan Tuna, Majalah Metana Program DIII, Fakultas Teknik Undip, Volume 3 No 1 Juli 2006, Hal. 5-9, Issn : 1858-2907
- Bakti Jos, G Malmarmy., J. Molinier 1993 Recovery and Separation of Malic and Tartaric Acids from Wine Distillery Wastewater by liquid-liquid extraction. 11th International Congress of Chemical Engineering. Prague-Czech.
- Deptan. 2006. Statistik Pertanian 2006. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Deublein, D.; Steinhauser, A. 2008 Biogas from waste and renewable resources, Wiley-VCH, Weinheim
- Dieni M., Medona E., Bakti Jos, 2003 Ekstraksi Betakaroten dari Tomat, seminar nasional rekayasa kimia dan proses, jurusan teknik kimia universitas diponegoro, hal. G5, issn 1411-4216
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2006 Pokok-pokok Pikiran dan Permasalahan Pemanfaatan Biofuel , Seminar Nasional Biofuel "Implementasi Biofuel Sebagai Energi dan Sumber Daya Alternatif", Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 5 Mei 2006
- Ditjenbun. 2006. Program Aksi Pengembangan Bahan Bakar Nabati. Bahan Rakortas
- Djojonegoro, W., 1992, Pengembangan dan penerapan energi baru dan terbarukan, Lokakarya "Bio Mature Unit" (BMU) untuk pengembangan masyarakat pedesaan, BPPT, Jakarta.

- Feng, X., Huang, R.Y.M. 1997, Liquid separation by membrane pervaporation: A review, *Ind. Eng. Chem. Res.* 36 (1997) 1048.
- Frazier, W. C. and Westhoff, D. C. 1978. *Food Microbiology*, 4th Edition. Mc. Graw Hill Book Publishing Co. Ltd. New York.
- Goodrich R. 1979. *Farm-Scale Generation of Biogas Energy*, Vol. 4, pp 249-261. Pergamon Press Ltd.
- Hambali, E., Suryani, A., Dadang, H., Hanafie, H., Reksowardojo, I. K., Rivai, M., Ihsanur, M., Suryadarma, P., Tjitrosemito, S., Soerawidjaja, T. H., Prawitasari, T., Prakoso, T., dan Purnama, W. 2006, *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2006
- Huang, R. Y. M. and Feng, X. 1997. Liquid Separation by Membran Pervaporation: a Review. *American Chemical Society*. 36:1048-1066.
- Hunek, J., Gal, S., Posel, E., Glavic P. 2004, Separation of an azeotropic mixture by reverse extractive distillation, *AIChE J.* 35 (2004) 1207.
- Inpres No. 1. Penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan bakar lain. Presiden Republik Indonesia. Jakarta, 2006b.
- Isiklan, N. and Sanli O.. 2005. Separation Characteristic of Acetic Acid-Water Mixtures by Pervaporation Using Poly(vinil alcohol) Membrans Modified with Malic Acid. *Journal Chemical Engineering and Processing*. 44:1019-1027.
- Kapdi, S.S., Vijay, V.K., Rajesh, S.K., Prasad., R., 2005, Biogas scrubbing, compression and storage: perspective and prospectus in Indian context, *Renew. Energy* 30 (2005) 1195–1202.
- Kister, H. Z. 1992, *Distillation design*, 1st Edition ed., McGraw-Hill, NY, 1992.
- Kompas*, 20 Agustus 2005

- Kristoferson L. A., and Bokalders V., 1991, Renewable Energy Technologies-Their Application in Developing Countries, ITDG Publishing.
- Mahfud, dan Farchad, H., 2005, Bahan Bakar Alternatif Berbasis Biomassa, *Kompas*, 19 Oktober 2005
- Mega K dan Bakti Jos, 2008, Ekstraksi Asam Sitrat Dan Asam Oksalat : Pengaruh Trioctylamine Sebagai Extracting Power Dalam Berbagai Solven Campuran Terhadap Koefisien Distribusi, *Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia Ft Undip*, Volume 12 Nomor 2 Desember 2008, 107-116; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 43/Dikti/Kep/2008
- Mengkusubroto, K. 1998, Sambutan Menteri Pertambangan dan Energi pada Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir, Jakarta, 1998. hal 3-7
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2008, Inovasi Teknologi untuk Konservasi dan Efisien Energi Berbasis Sumber Daya Alami Lokal yang Ramah Lingkungan, 2008, Semarang
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. Kebijakan Energi Nasional dan Pengembangan Biofuel. Losari. Jabar.
- Menteri Koordinator Bidang Perekonomian. 2006. Program Aksi Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Alternatif. Jakarta.
- Mulder, M. 1996. Basic Principle of Membrane Technology. Second Edition. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. Porter, MC. 1990. Handbook of Industrial Membrane Technology. Noyes Publication. New Jersey.
- Mulyosukarto, M. 2005. Sektor hilir Migas di Indonesia, tantangan masa depan dan peluang. Makalah Seminar energi Alternatif
- Nurachman, Z., "Ubah Biomassa Jadi Bahan Bakar", *Kompas*, 8 Agustus 2005

- Perpres No. 5. Kebijakan Energi Nasional. Presiden Republik Indonesia. Jakarta, 2006a.
- Prescott, S. C. and Dunn, M. 1981. *Industrial Microbiology*. Mc. Graw Hill Book Publishing Co. Ltd. New York.
- Prihandana, R, Erliza H., Siti Mujdalipah, dan Roy Hendroko, 2006, *Meraup Untung dari Jarak Pagar* (Jakarta: Agro Media Pustaka)
- Ramani, K.V., 1992, *Rural electrification and rural development, Rural electrification guide book for Asia & Pacific*, Bangkok.
- Rautenbach, R., and Albrecht, R. 1989. *Membran Process*. John Wiley and Sons. Chichester.
- Reksowardjo, IK dan Soerawidjaja, T. H. 2006. *Teknologi pengembangan bioenergi untuk industri pertanian..*
- Shao, P., Huang, R.Y.M. 2007, *Polymeric membrane pervaporation*, *J. Membr. Sci.* 287 (2007) 162.
- Simamora, S., Slaundik, Sri Wahyuni dan Surajudin, 2006, *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak* (Jakarta: Agro Media Pustaka)
- Smitha, B., Ramakrishna, M., Sridhar, S., and Suhanya, D., 2004. *Separation of Organic-Organic Mixtures by Pervaporation: a Review*. *Journal of Membran Science*. 241:1-21.
- Soerawidjaja, T. H., 2005, *Membangun Industri Biodiesel di Indonesia: Beberapa Skenario dan Persoalan Pengembangan yang Perlu Dicermati* (Bandung, 15 Desember 2005)
- Stichlmair, J., Fair, J.R., Bravo, J.L. 1989, *Separation of azeotropic mixtures via enhanced distillation*, *Chem. Eng. Prog.* 85 (1989) 63.
- Suara Merdeka*, 17 September 2008
- Truong, L.V.A., Abatzoglou, N., A 2005, *H₂S reactive adsorption process for the purification of biogas prior to its use as a bioenergy vector*, *Biomass and Bioenergy*, 29 (2005) 142–151

- Walisiewicz, M, 2003, *Energi Alternatif: Panduan ke Masa Depan Teknologi Energi*, Terjemahan oleh Dwi Setya Palupi (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2003)
- Wittmayer, M., Findeisen, S., Savilla. B., 2005. European Comission and ASEAN-EU.
- Zuhal, 1995, Policy & Development Programs on Rural Electrification for next 10 years, Ditjen. Listrik & Pengembangan Energi, Departemen Pertambangan dan Energi, Jakarta.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. DATA PRIBADI

Nama	: Dr.Ir.Bakti Jos, DEA
NIP	: 19600501 198603 1 003
Tempat/Tgl lahir	: Karo/1 Mei 1960
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Pangkat/Golongan	: Pembina/ IV A
Jabatan Akademis	: Lektor Kepala
Unit Kerja	: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Alamat Rumah	: Jl. Sinar Mustika No.5
Semarang	
Nama Istri	: Asni Tarigan
Nama Anak	: - Denis Mahasiswa T. Elektro UNDIP - Roland Pelajar SMAN 15 Semarang

2. RIWAYAT PENDIDIKAN

LULUS

- | | |
|-----------------------------------|------|
| 1. SD Taman Siswa Lubuk Pakam | 1972 |
| 2. SMP Negeri Lubuk Pakam | 1975 |
| 3. SMA Negeri Lubuk Pakam | 1979 |
| 4. S-1 Teknik Kimia F.T UNDIP | 1985 |
| 5. S-2 Teknik Kimia INPT Perancis | 1990 |
| 6. S-3 Teknik Kimia INPT Perancis | 1993 |

3. RIWAYAT PENDIDIKAN TAMBAHAN/ PELATIHAN/ KURSUS

1. Kursus Bahasa Perancis, Jakarta, Oktober 1988 s/d April 1989.
2. Kursus Bahasa Perancis, Nancy- Perancis, April 1989 s/d September 1989.
3. Pelatihan Penanganan Laboratorium, Toulouse Perancis 1990.
4. Pelatihan Pengabdian pada Masyarakat, Semarang 1994.
5. Penataran dan Lokakarya Pengelolaan TPSDP, Dikti-Depdiknas, Jakarta 2003.
6. Kursus "Powder Technology", Magdeburg-Jerman, 1 s/d 30 Juni 2007.

4. RIWAYAT KEPANGKATAN

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. CPNS | III A, TMT 1 Maret 1986 |
| 2. Penata Muda | III A, TMT 1 September 1987 |
| 3. Penata Muda TK I | III B, TMT 1 April 1994 |
| 4. Penata | III C, TMT 1 April 1996 |
| 5. Penata TK I | III D, TMT 1 April 1998 |
| 6. Pembina | IV A, TMT 1 Oktober 2002 |

5. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

1. Asisten Ahli Madya	TMT 1 September 1987
2. Asisten Ahli	TMT 1 Oktober 1993
3. Lektor Muda	TMT 1 Januari 1996
4. Lektor Madya	TMT 1 April 1998
5. Lektor (Inpassing)	TMT 1 Januari 2001
6. Lektor Kepala	TMT 1 September 2002
7. Guru Besar	TMT 1 Juli 2010

6. RIWAYAT JABATAN

1. 1994-1995	: Sekretaris Program Ekstensi Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP.
2. 1996-1998	: Sekretaris Puslit SAE Lemlit UNDIP.
3. 2003-2007	: Koordinator TPSDP Teknik Kimia UNDIP.
4. 2004-2006	: Anggota Senat Fak. Teknik UNDIP wakil dosen Jurusan Teknik Kimia.
5. 2004-2006	: Anggota Senat Universitas Diponegoro wakil dosen Fak. Teknik UNDIP.
6. 2006-2008	: Anggota Panitia Angka Kredit Fakultas Teknik Undip.
7. 2008-Sekarang	: Ketua Panitia Angka Kredit Fakultas Teknik Undip.
8. 2009-Sekarang	: Anggota Panitia Angka Kredit Undip.
9. 2009-Sekarang	: Anggota Panitia Angka Kredit Kopertis Wilayah VI Jawa Tengah
10. 2009-Sekarang	: Asessor Sertifikasi Dosen
11. 2010-Sekarang	: Asessor Beban Kerja Dosen

7. KEANGGOTAAN ORGANISASI PROFESI

1. Persatuan Guru Republik Indonesia (PGRI) cabang Semarang sebagai anggota.
2. The Institution of Chemical Engineer, sebagai anggota.

8. PUBLIKASI KARYA ILMIAH

8.1 PUBLIKASI DI JURNAL ILMIAH INTERNASIONAL

1. Guy .H. Malmarmy., J.R.Molinier., M.Faizal., **Bakti Jos** *Solubility Measurements for Water+Tartaric Acid+(TBP Dodecane) at 25,35 and 45 C". Journal of Chemical and Engineering Data, USA. Volume 37, no. 4;Oktober 1992.*
2. Guy. H. Malmarmy., J.F. Mourges., **Bakti Jos.**, J.R. Molinier *Partition Coefficients of Tartaric and Malic Acids between Dillute Aqueos Solutions and Amine Extractans Dissoved in Various Diluents. Journal of Chemical and Engineering Data, USA. Volume 38, no. 4;Oktober 1993*
3. **Bakti Jos** ., Guy H. Malmarmy. J. Molinier *'Recovery of Carboxylic Acids from Dilute Aqueos Effluent Through Liquid-liquid Extraction. Journal of afinidad Spanish.1994.*

8.2 PUBLIKASI DI JURNAL ILMIAH NASIONAL TERAKREDITASI

1. **Bakti Jos** Peningkatan Mutu Heavy Gas Oil (HGO) Secara Ekstraksi Cair-Cair Dengan Solven Dimethyl Sul Foxide (DmsO), Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, Volume 6 Nomor 2 Desember 2002, Hal 92-95; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 395/Dikti/Kep/2000

2. **Bakti Jos**, Ekstraksi Minyak Nilam dengan Pelarut N-Heksana, Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, Volume 6 Nomor 2 Desember 2004, Hal 94-99; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 49/Dikti/Kep/2003
3. **Bakti Jos**, Ekstraksi Asam Tartrat Dan Asam Malat : Pengaruh Tri (6-Methyl Hephthyl) Amin Sebagai *Extracting Power* Dalam Berbagai Solven Terhadap Koefisien Distribusi, Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, Volume 9 Nomor 2 Desember 2005, Hal 117-120; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 49/Dikti/Kep/2003
4. Mega Kasmiyatun dan **Bakti Jos**, Ekstraksi Asam Sitrat Dan Asam Oksalat : Pengaruh *Triocetylamine* Sebagai *Extracting Power* Dalam Berbagai Solven Campuran Terhadap Koefisien Distribusi, Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, Volume 12 Nomor 2 Desember 2008, 107-116; Issn : 0852-0798 Terakreditasi Sk No. 43/Dikti/Kep/2008

8.3 PUBLIKASI DI JURNAL ILMIAH NASIONAL TIDAK TERAKREDITASI

1. **Bakti Jos** Pemisahan Logam dengan Ekstraksi Cair-Cair. Majalah Teknik Kimia undip Reaktor edisi Juni 1995 ISSN:0852-0798.
2. **Bakti Jos** Pengambilan asam sitrat dari limbah industri dengan metode ekstraksi cair-cair yang menggunakan solven campuran n-Hexanol+methyl isobuthyl ketone. Warta Insinyur Kimia Volume 10 no.4 th 1996 ISSN. 0215-465x.
3. **Bakti Jos** *Recovery and separation of Tartaric and malic by using Pump Mix' Mixer – Settler and using the solvent tributhyl phosphate dodecane mixture.* Majalah Penelitian Lemlit th.IX no.34., Juni 1997 ISSN.0215-2584.

4. **Bakti Jos** Sistem Keseimbangan Air-Asam-Tartrat-(TIOA+DIBK). Majalah Penelitian Lemlit th.IX no.35., September 1997 ISSN.0215-2584.
5. **Bakti Jos** Sistem Keseimbangan Air – Asam - Tartrat- (Tributhyl Phospahte +dedocane). Majalah Teknik Kimia Undip Reaktor Edisi X Juni th 1997 ISSN.0852-0798.
6. **Bakti Jos** Sistem Keseimbangan Air-Asam laktat - (Tributhyl Phosphate + Dodecane). Majalah Teknik Kimia Undip Reaktor Edisi X Juni th 1997 ISSN. 0852-0798.
7. **Bakti Jos** *The distribution coefficients of tartaric and malic*. Majalah Teknik th. Ke XVII Edisi 2., Juli 1997 ISSN.0852-1697.
8. **Bakti Jos** *Effect of PH on separation of malic and tartaric acids by liquid-liquid Extraction*. Majalah TEKNIK th. Ke VIII Edisi 2., 1998 ISSN.0852-1697.
9. **Bakti Jos** Satuan Operasi Teknologi bersih. Majalah Teknik Kimia Undip Reaktor Edisi XI Juni th 1998 ISSN.0852-0798.
10. **Bakti Jos** Recovery asam laktat dengan metode Ekstraksi cair-cair yang menggunakan solven campuran TIOA-DIBK. Majalah Teknik Kimia Undip Reaktor Edisi XII Desember th 1998 ISSN. 0852-0798.
11. **Bakti Jos** Peningkatan mutu bahan bakar diesel dengan metode ekstraksi cair-cair. Majalah Penelitian Lemlit th.X no.40., Desember 1998 ISSN.0215-2584.
12. **Bakti Jos**, Ekstraksi Asam Lemak Omega-3 Dari Limbah Ikan Tuna, Majalah Metana Program DIII, Fakultas Teknik Undip, Volume 3 No 1 Juli 2006, Hal. 5-9, Issn : 1858-2907

8.4 PUBLIKASI-KOMUNIKASI DI SEMINAR INTERNASIONAL

1. **Bakti Jos.**, M.Fizal., G. Malmay., J. Molinier *solvent extraction for treatment of water from wine Distillery. 1991 4th World Congress of Chemical Engineering. Karlsruhe-Germany*".
2. M. Faizal., **Bakti Jos.**, G. Malmay., J. Molinier *solvent extraction for treatment of water from Ozonization of Sawdust Poplar and Pulp. 1991 4th World Congress of Chemical Engineering Karlsruhe-Germany.*
3. G. Malmay., **Bakti Jos.**, J. Molinier *"Recovery of oxalic and fosmic acids by mixer-settler pupm. 1992 8th International symposium.Large Chemical Plants.Anwerpen-Belgium.*
4. **Bakti Jos.**, G Malmay., J. Molinier *Recovery and Separation of Malic and Tartaric Acids from Wine Distillery Wastewater by liquid-liquid extraction.1993 11th International Congress of Chemical Engineering. Prague-Czech.*
5. **Bakti Jos** *The distribution coefficient of tartaric and malic acids in various diluents. 1995 The Regional Symposium on Chemical Engineering, Bangkok-Thailand.*
6. **Bakti Jos** *Recovery of carboxylic acids by Mixer-settler Pump. 1996 The Regional Symposium on Chemical Engineering, Jakarta-Indonesia.*

8.5 PUBLIKASI-KOMUNIKASI DI SEMINAR NASIONAL

1. **Bakti Jos**, Konsep dan Aplikasi Teknik Kimia dalam Mewujudkan Teknologi Bersih, Seminar Nasional Teknik Kimia Universitas Diponegoro 1997
2. **Bakti Jos**, Peningkatan Efisiensi Pendidikan Tinggi, Seminar Nasional Teknik Kimia Semarang, 1997 ISBN 970-9156-24-6

3. **Bakti Jos**, Penerbitan Majalah Ilmiah Organisasi, MUNAS BKS-LPTTKI Semarang 1998
4. Budi Nugraha, Rama, Paramita dan **Bakti Jos**, Ekstraksi *Spindle Oil* dengan pelarut *Dimethyl Sulfoxide*, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro tahun 2001 Hal C-18 ISSN 1411 – 4216
5. **Bakti Jos**, Peningkatan mutu *light machine oil* menggunakan *solven dimethyl formamide* dengan proses ekstraksi cair-cair, Semninar Nasional Kejuangan Teknik Kimia, 2002 UPN Yogyakarta
6. **Bakti Jos**, Peningkatan mutu spindle oil dengan metode ekstraksi cair-cair, seminar nasional teknik kimia, jurusan teknik kimia universitas sumatera utara, tahun 2002, hal. B02
7. Dieni mansur, medona eskapita, **Bakti Jos**, Ekstraksi betakaroten dari tomat, seminar nasional rekayasa kimia dan proses, jurusan teknik kimia universitas universitas diponegoro, tahun 2003, hal. G5, issn 1411-4216
8. **Bakti Jos**, Ratna Dini Aryani dan Setiyono, Solven campuran Metanol dan petroleum etena Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Yogyakarta September 2003 Hal. 5006-1 ISBN 979-97893-0-3
9. **Bakti Jos**, Pengambilan karotenoid dari minyak kelapa sawit mentah, seminar nasional teknik kimia, jurusan teknik kimia universitas sumatera utara, tahun 2004, hal. A01, issn 1693-4881
10. **Bakti Jos**, Peningkatan mutu *light cycle oil* (LGO) dengan cara ekstraksi cair –cair dengan solven *propylene glycol*, seminar nasional teknik kimia, jurusan teknik kimia universitas katolik parahyangan, tahun 2004, hal. A01, isbn 979-98-465-0-1

11. Dwi Retno A, Tiara Febriyanti, **Bakti Jos**, Peningkatan *mutulight cycle oil* (LGO) dengan cara ekstraksi cair-cair dengan *solven dimethyl formide* (dmf), seminar nasional rekayasa kimia dan proses, jurusan teknik kimia universitas diponegoro, tahun 2004, hal. F2, issn 1411-421
12. **Bakti Jos**, Nur Afia N dan Retno Wulandari, Ekstraksi Asam Linoleat dari minyak biji bunga Matahari, seminar nasional rekayasa kimia dan proses, jurusan teknik kimia universitas diponegoro, tahun 2005, hal. B1, issn 1411-4216
13. **Bakti Jos**, Ekstraksi vitamin E dari kecambah kacang hijau sebagai anti oksidan, seminar nasional teknik kimia, jurusan teknik kimia universitas sriwidjaja, tahun 2006, hal. Bbtp-26, isbn 979-97893-0-3

8.6 MAKALAH CERAMAH DAN SEMINAR MAHASISWA

1. Penilaian makalah ilmiah kimia se kota madia Semarang , 1994
2. Perkembangan Teknik Kimia menghadapi era global, dialog Akademik Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro 1995
3. Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik, 1997
4. Pelatihan Pembuatan Proposal Penelitian Mahasiswa Teknik Kimia, 1998
5. Pelatihan Jurnalistik dan Computer Grafis, Biro Kinetika, 28-29 Sept 2002

9. KEGIATAN PENGABDIAN MASYARAKAT

1. Penyuluhan pencemaran air untuk pengolahan limbah bagi industri kecil batik di Pekalongan, 1994
2. Penyuluhan pengolahan limbah paat dari rumah makan Denpasar di kecamatan Secang, 1994
3. Pelatihan pembuatan percontohan pengolahan limbah paat dari rumah makan Denpasar di kecamatan Secang, 1996
4. Penyuluhan budidaya jamur merang di kotamadia Semarang, 1998
5. Pelatihan pengolahan limbah rumah sakit di kotamadia Semarang, 1999
6. Pengukuhan Teknologi Bersih dan Penanggulangan Pencemaran di Kabupaten Demak
7. Penyuluhan peningkatan kualitas tahu melalui penyediaan sarana air bersih di kabupaten Demak, 2000
8. Penyuluhan Lingkungan Hidup bagi petambak udang di Bontang Kalimantan Timur, 2001
9. Pelatihan Penulisan Artikel Ilmiah bagi dosen-dosen di lingkungan UNDIP, Lembaga penelitian UNDIP, 29-30 Nov 2004
10. Pelatihan Pertanian Organik kec.Ungaran kab. Semarang, 2004
11. Pelatihan pengelolaan jurnal dan penulisan karya ilmiah bagi dosen-dosen FMIPA , Universitas negeri semarang 29 September 2005
12. Pelatihan Pembuatan susu kedelai bagi pengusaha kecil dikota semarang, 2005
13. Pelatihan pemurnian kembali minyak jelantah pada industri rumah tangga dibidang makanan di kota Semarang, 2006
14. Pelatihan pembuatan chitosan dari kulit/limbah udang di kelurahan Tanjung Mas Semarang, 2007

10. PERAN SERTA AKTIF DALAM PERTEMUAN INTERNASIONAL

1. *4th World Congress of Chemical Engineering. Karlsruhe-Germany". 1991*
2. *8th International symposium. Large Chemical Plants". Anwerpen-Belgium. 1992*
3. *11th International Congress of Chemical Engineering. Prague-Czech. "1993*
4. *The Regional Symposium on Chemical Engineering, Bangkok-Thailand. 1995*
5. *The Regional Symposium on Chemical Engineering, Jakarta-Indonesia. 1996*
6. Kerjasama dengan Magdeburg University Jerman, 2007

11. LAIN – LAIN

1. Anggota Dewan Redaksi Jurnal reaktor , Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
2. Anggota Dewan Redaksi Majalah Teknik Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
3. Mitra bestari Jurnal Lemlit ITS
4. Mitra bestari Jurnal Teknik Kimia Indonesia
5. Anggota Dewan Redaksi Majalah Metana Program DIII Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
6. Ketua Pelaksana Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 1995
7. Anggota Tim Review Jurnal, Prosiding Dosen-dosen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

12. PENGHARGAAN

1. Dosen Teladan Fakultas Teknik 1994
2. Satya Lencana Karya Satya 10 Tahun , 2004